

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Jorg LOTT Conf.:  
Appl. No.: NEW Group:  
Filed: November 17, 2003 Examiner:  
For: METHOD FOR OPERATING AT LEAST ONE  
LOW-PRESSURE DISCHARGE LAMP AND  
OPERATING DEVICE FOR AT LEAST ONE  
LOW-PRESSURE DISCHARGE LAMP

CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

November 17, 2003

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the priority filing date of the following application(s) for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
GERMANY	102 55 737.3	November 28, 2002

Certified copy(ies) of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON



Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23<sup>rd</sup> Street  
Arlington, VA 22202

BC/maf

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 55 737.3  
**Anmeldetag:** 28. November 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe und Betriebsgerät mit mindestens einer Niederdruckentladungslampe  
**IPC:** H 05 B 41/298

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 31. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
*m. Auftrag*

*Siesk*

# Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH., München

## Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe und Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe an einem Wechselrichter gemäß des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 und ein Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe gemäß des Patentanspruchs 12.



### I. Stand der Technik

5 Ein derartiges Betriebsverfahren ist zum Beispiel in der internationalen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer WO 99/56506 offenbart. Diese Schrift beschreibt den Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Schaltungsanordnung, die einen Halbbrückenwechselrichter mit daran angeschlossenem Lastkreis besitzt, in dem die Anschlüsse für die Lampe angeordnet sind. Um das Auftreten des  
10 Gleichrichtereffektes in der Niederdruckentladungslampe zu detektieren, wird der Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator überwacht und beim Überschreiten eines vorgegebenen oberen Grenzwertes bzw. beim Unterschreiten eines vorgegebenen unteren Grenzwertes wird eine Abschaltungsvorrichtung für den Halbbrückenwechselrichter aktiviert.

### II. Darstellung der Erfindung

15 Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Betriebsverfahren für mindestens eine Niederdruckentladungslampe bereitzustellen, das eine zuverlässigere Erkennung des Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe ermöglicht und insbesondere Abschaltungen des Betriebsgerätes aufgrund von fehlerhafter Erkennung des Gleichrichtereffektes vermeidet. Außerdem ist es die Aufgabe der  
20 Erfindung, ein Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe zur Durchführung dieses Verfahrens bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. 12 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe an einem Wechselrichter, zeichnet sich dadurch aus, dass zur Überwachung des Auftretens des Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe der Gleichspannungsabfall über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe, die in den Wechselrichter eingespeiste elektrische Leistung oder eine dazu proportionale erste Größe und eine mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe korrelierte zweite Größe ausgewertet werden, um daraus ein Kriterium für das Vorhandensein des Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe und damit auch ein Kriterium für das Erreichen des Lebensdauerendes der mindestens einen Niederdruckentladungslampe zu definieren. Durch Überwachen und Auswerten der vorgenannten drei Größen kann das Auftreten des Gleichrichtereffektes unabhängig von der eingesetzten Lampe und der aktuellen Dimmstellung mit hinreichender Genauigkeit festgestellt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren erhöht die Zuverlässigkeit des Systems bestehend aus der mindestens einen Niederdruckentladungslampe und dem Betriebsgerät, da der Toleranzbereich für die Feststellung des Lebensdauerendes der mindestens einen Niederdruckentladungslampe mittels der drei vorgenannten Größen genauer spezifiziert werden kann und auf diese Weise eine Abschaltung des Betriebsgerätes aufgrund einer fehlerhaften Detektion des Gleichrichtereffektes vermieden wird.

Bei der mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe korrelierten zweiten Größe handelt es sich vorteilhafterweise um den Effektivwert des Wechselspannungsanteils der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe. Stattdessen kann diese zweite Größe aber auch ein konstanter Wert sein, der dem für den Lampentyp der mindestens einen Niederdruckentladungslampe charakteristischen Mittelwert der Brennspannung entspricht. Für eine T5-Leuchtstofflampe mit einer Leistungsaufnahme von 80 Watt beträgt der vorgenannte

Mittelwert beispielsweise 145 V und für eine T5-Leuchtstofflampe mit einer Leistungsaufnahme von 54 Watt beträgt der vorgenannte Mittelwert zum Beispiel 118 V. Anstelle der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung kann auch eine dazu proportionale Größe ausgewertet werden. Hierfür eignet sich insbesondere der Wirkanteil des durch den Wechselrichter fließenden Stroms. Da der Wechselrichter üblicherweise mit einer näherungsweise konstanten Gleichspannung versorgt wird, ist der Wirkanteil des durch den Wechselrichter fließenden Stroms proportional zu der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung. Zur Ermittlung des Wirkanteils des vorgenannten Stroms wird vorzugsweise der Spannungsabfall an einem Widerstand ausgewertet, der während einer Schaltphase des Wechselrichters von dem gesamten Strom des Wechselrichters durchflossen wird. Dieser Spannungsabfall ist ebenfalls proportional zu der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung.

Zur Auswertung der oben genannten Größen wird vorteilhafterweise das Produkt aus der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung und dem Quotienten des Gleichspannungsabfalls über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe und der mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe korrelierten zweiten Größe mit einem vorgegebenen Leistungswert verglichen, da dieses Produkt aus der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung und dem Quotienten der vorgenannten Spannungen direkt ein Maß für die Asymmetrie des Emissionsverhaltens der Lampenelektroden und das Ergebnis einen Wert für eine elektrische Leistung liefert, der unmittelbar mit dem zulässigen Maximalwert verglichen werden kann, der in der Ergänzung zur Norm IEC 61347-2-3 „Particular requirements for a.c. supplied electronic ballasts for fluorescent lamps“ unter dem Test 2 „Asymmetric Power Dissipation“ angegeben ist. Dieser Maximalwert beträgt für T5-Lampen 7,5 Watt und für T4-Lampen 5,0 Watt.

Um bei der Auswertung der vorgenannten Größen eine Division zu vermeiden, wird vorzugsweise das Produkt aus einem vorgegebenen Leistungswert und der mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe korrelierten zweiten Größe mit dem Produkt aus der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung und dem Quotienten des Gleichspannungsabfalls über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe verglichen.

schen Leistung und dem Gleichspannungsabfall über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe verglichen. Als vorgegebener Leistungswert wird der oben zitierte zulässige Maximalwert des Tests 2 „Asymmetric Power Dissipation“ aus der Ergänzung zur Norm IEC 61347-2-3 verwendet.

5 Dann ist dieser Vergleich äquivalent zu dem im vorstehenden Absatz beschriebenen Vergleich.

Der Vergleich wird während des gesamten Lampenbetriebs mit aktualisierten Werten der drei vorgenannten Größen fortlaufend wiederholt, um im Falle des Auftretens des Gleichrichtereffekts eine Überhitzung der Lampenelektroden zu vermeiden. Um eine zuverlässige Erkennung des Gleichrichtereffektes zu ermöglichen und damit nicht ein zufälliges, einmaliges Überschreiten des zulässigen Maximalwertes zu einem Abschalten der mindestens einen Niederdruckentladungslampe führt, wird vorteilhafterweise in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs ein Zählvorgang ausgeführt und im Fall eines Zählerüberlaufs ein Statusbit gesetzt bzw. zurückgesetzt.

10 15 Der Zustand des Statusbits ist somit ein Indikator, ob die mindestens eine Niederdruckentladungslampe bereits ihr Lebensdauerende erreicht hat.

Die Auswertung erfolgt vorteilhafterweise mit Hilfe eines Mikrocontrollers, in dem ein entsprechendes Programm zur Durchführung der Vergleiche implementiert wurde. Der Mikrocontroller kann zusätzlich auch die Steuerung der Treiberschaltungen für die Transistorschalter des Wechselrichters übernehmen.

Die in den Wechselrichter eingespeiste elektrische Leistung wird vorteilhafterweise aus dem Spannungsabfall über einen Spannungsteiler, der parallel zu dem Eingang des Wechselrichters angeordnet ist, und aus dem Spannungsabfall über einen Widerstand, der während einer Schaltphase des Wechselrichters in Serie zu einem Wechselrichtertransistor geschaltet ist und währenddessen von dem Strom der mindestens einen Niederdruckentladungslampe durchflossen wird, ermittelt. Der Spannungsabfall an dem vorgenannten Widerstand kann zusätzlich zur Helligkeitsregelung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe genutzt werden. Die gleichen Messwerte können daher beispielsweise mit Hilfe eines Mikrocontrollers sowohl zur Hel-

ligkeitsregelung als auch zur Detektion des Lebensdauerendes der mindestens einen Niederdruckentladungslampe ausgewertet werden.

Das erfindungsgemäße Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe weist folgende Merkmale auf:

- 5 - einen Halbbrückenwechselrichter, an den ein Lastkreis angeschlossen ist, in dem elektrische Anschlüsse für mindestens eine Niederdruckentladungslampe und mindestens ein Halbbrückenkondensator angeordnet sind,
- eine erste Messvorrichtung zur Messung einer ersten Spannung, die proportional zur in den Halbbrückenwechselrichter eingekoppelten elektrischen Leistung ist,
- 10 - eine zweite Messvorrichtung zur Messung einer zweiten Spannung, die proportional zu dem Spannungsabfall an dem mindesten einen Halbbrückenkondensator ist,
- eine dritte Messvorrichtung zur Messung einer dritten Spannung, die proportional zu dem Effektivwert der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe ist, und
- eine Auswertungseinheit, die mit den Ausgängen der Messvorrichtungen verbunden ist und einen programmgesteuert arbeitenden Mikrocontroller umfasst, und die zur Auswertung der ersten bis dritten Spannung sowie zur Steuerung des Halbbrückenwechselrichters in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Auswertung 15 dient.
- 20

Das oben beschriebene Betriebsgerät ermöglicht die Durchführung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens.

### III. Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels 25 näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Eine Schaltskizze der Schaltungsanordnung des erfindungsgemäßen Betriebsgerätes zur Durchführung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens in schematischer Darstellung

Figur 2 Ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens

Bei dem in Figur 1 schematisch abgebildeten erfindungsgemäßen Betriebsgerät handelt es sich um ein elektronisches Vorschaltgerät zum Betrieb von zwei parallel geschalteten Niederdruckentladungslampen, insbesondere T5-Leuchtstofflampen FL1,

5 FL2. Dieses Vorschaltgerät ermöglicht insbesondere auch eine Helligkeitsregulierung der Leuchtstofflampen FL1, FL2.

Das Vorschaltgerät besitzt zwei Netzspannungsanschlüsse 1, 2, einen nachgeschalteten Netzspannungsgleichrichter GL, der auch eine Filterschaltung und gegebenenfalls einen Hochsetzsteller umfasst und an dessen Spannungsausgang die Versor-

10 gungsspannung für den nachgeschalteten Halbbrückenwechselrichter bereitgestellt wird. Der Halbbrückenwechselrichter weist zwei Halbbrückentrististoren T1, T2 auf, an deren Mittenabgriff M ein als Serienresonanzkreis ausgebildeter Lastkreis angeschlossen ist, der die Resonanzinduktivität L1 und den Resonanzkondensator C1 umfasst. Parallel zu dem Resonanzkondensator C1 ist eine Parallelschaltung bestehend aus zwei Leuchtstofflampen FL1, FL2 angeordnet. Diese Parallelschaltung weist zwei Halbbrückenkondensatoren C2, C3 auf, die jeweils in Serie zu einer der Leuchtstofflampen FL1 bzw. FL2 angeordnet sind. Außerdem ist in jeden Zweig der Parallelschaltung eine Wicklung N1 bzw. N2 eines Symmetriertransformators L2 geschaltet, der zur Symmetrierung der Lampenströme in den beiden Zweigen dient.

15 20 Der auf hohem Potential befindliche Anschluss A2 des ersten Halbbrückenkondensators C2 ist über die Wicklung N2 des Transformators L2, die Elektrode E2 der ersten Leuchtstofflampe FL1 und den Widerstand R1 mit dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL verbunden. Analog dazu ist der auf hohem Potential befindliche Anschluss A3 des zweiten Halbbrückenkondensators C3 über die Wicklung N1 des Transformators L2, die Elektrode E4 der zweiten Leuchtstofflampe FL2 und den Widerstand R2 mit dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL verbunden. Die auf niedrigem Potential liegenden Anschlüsse der Halbbrückenkondensatoren C2, C3 sind jeweils mit dem negativen Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL und dem Massepotential verbunden. Der Anschluss A1 des Resonanzkondensators C1 ist mit der

Elektrode E1 der ersten Leuchtstofflampe FL1 und der Elektrode E3 der zweiten Leuchtstofflampe verbunden und über die Resonanzinduktivität L1 an den Mittenabgriff M des Halbbrückenwechselrichters angeschlossen. Der andere Anschluss des Resonanzkondensators C1 ist mit dem negativen Gleichspannungsausgang des Netzs5spannungsgleichrichters GL und dem Massepotential verbunden. Außerdem ist der Anschluss A1 über die Elektrode E1 und den Widerstand R3 mit dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzs10spannungsgleichrichters GL verbunden. Die in der Figur 1 nur schematisch abgebildete Heizvorrichtung H ist induktiv an alle Elektroden E1, E2, E3, E4 der beiden Leuchtstofflampen FL1, FL2 gekoppelt und dient zur Heizung der Lampenelektroden vor dem Zünden der Gasentladung oder auch während des Dimmbetriebs der Lampen. Details dieser Heizvorrichtung H sind beispielsweise in der Offenlegungsschrift EP 0 748 146 A1 beschrieben. Die Widerstände R0, R1, R2 und R3 dienen zur Einstellung der Potentiale an den Abgriffen A1, A2 und A3. Insbesondere können sich mittels der vorgenannten Widerstände unmittelbar nach dem Einschalten des Betriebsgerätes und vor dem Zünden der Gas15entladung in den Lampen FL1, FL2 an den Kondensatoren C1, C2 und C3 die entsprechenden elektrischen Spannungen aufbauen.

Die Steuerung der Halbbrückentransistoren T1, T2 erfolgt mit Hilfe des programmgesteuert arbeitenden Mikrocontrollers MC und der Treiberschaltungen TR für die Transistoren T1, T2. Durch alternierendes Schalten der Transistoren T1, T2 wird der Mittenabgriff M abwechselnd mit dem negativen und dem positiven Gleichspannungsausgang des Netzs20spannungsgleichrichters GL verbunden. Da die Halbbrückenkondensatoren C2, C3 auf die Hälfte der Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters aufgeladen sind, fließt während des Lampenbetriebs zwischen den Abgriffen M und A2 bzw. A3 ein hochfrequenter Wechselstrom, dessen Frequenz durch den Schalttakt der Transistoren T1, T2 bestimmt ist. Zum Zünden der Gasentladung in den Leuchtstofflampen FL1, FL2 wird der Schalttakt der Halbbrückentransistoren T1, T2 derart verändert, dass die Frequenz des Wechselstroms in dem Lastkreis in der Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises L1, C1 liegt. Durch25 wird an dem Resonanzkondensator C1 eine ausreichend hohe Spannung generiert, um die Gasentladung in den Leuchtstofflampen FL1, FL2 zu zünden. Nach dem

Zünden der Gasentladung in den Leuchtstofflampen FL1, FL2 wird der Serienresonanzkreis L1, C1 durch die Parallelschaltung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 gedämpft. Die Helligkeitsregelung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 erfolgt ebenfalls durch Verändern der Frequenz des Wechselstroms in dem Lastkreis und in der Parallelschaltung der Leuchtstofflampen FL1, FL2. Zur Helligkeitsregelung bzw. zur Leistungsregelung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 ist in Serie zu dem Halbbrückentransistor T2 der Widerstand R4 angeordnet, so dass sein Anschluss A4 über die Schaltstrecke des Transistors T2 mit dem Mittenabgriff M verbindbar ist und sein anderer Anschluss mit dem Massepotential und mit dem negativen Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL verbunden ist. Während der Halbbrückentransistor T2 leitfähig ist, fließt daher durch den Widerstand R4 der gesamte Strom des Lastkreises und der Parallelschaltung der Leuchtstofflampen FL1, FL2. An dem Anschluss A4 wird mit Hilfe des daran angeschlossenen Tiefpassfilters R5, C4 der Spannungsabfall an dem Widerstand R4 gemessen. Der Spannungsabfall U1 an dem Mittenabgriff A5 des Tiefpassfilters R5, C4, der proportional zum Wirkanteil des Stroms durch den Halbbrückenwechselrichtertransistor T2 ist, wird dem entsprechenden Anschluss A5 des Mikrocontrollers MC zur Auswertung und insbesondere auch zur Helligkeitsregelung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 zugeführt. Parallel zum Gleichspannungsausgang des Netzspannungsgleichrichters GL ist der Spannungsteiler R6, R7 mit dem parallel zum Widerstand R7 geschalteten Kondensator C5 angeordnet. An dem Abgriff A6 zwischen den Widerständen R6, R7, der mit dem entsprechenden Anschluss A6 des Mikrocontrollers MC verbunden ist, wird die Spannung U2 gemessen, die proportional zur Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters ist. Parallel zum Halbbrückenkondensator C3 ist der Spannungsteiler R8, R9 mit dem parallel zum Widerstand R9 geschalteten Kondensator C6 angeordnet. An dem Abgriff A7 zwischen den Widerständen R8, R9, der mit dem entsprechenden Anschluss A7 des Mikrocontrollers MC verbunden ist, wird die Spannung U3 gemessen, die proportional zu dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C3 ist. Analog dazu ist parallel zum Halbbrückenkondensator C2 der Spannungsteiler R10, R11 mit dem parallel zum Widerstand R11 geschalteten Kondensator C7 angeordnet. An dem Abgriff A8 zwischen den Widerständen R10, R11, der mit dem entsprechenden Anschluss A8 des Mikrocontrollers MC verbunden ist,

wird die Spannung U4 gemessen, die proportional zu dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C2 ist. Der Anschluss A1 des Resonanzkondensators C1 ist über den Kondensator C8, den Widerstand R12 und die in Sperrrichtung gepolte Diode D1 mit dem Massepotential verbunden. Ein Abgriff zwischen dem Widerstand 5 R12 und der Kathode der Diode D1 ist über die in Vorwärtsrichtung gepolte Diode D2 und den Widerstand R13 mit dem Massepotential verbunden. Parallel zu dem Widerstand R13 ist der Kondensator C9 geschaltet. Der an die Kathode der Diode D2 angeschlossene Anschluss A9 des Widerstands R13 ist mit dem entsprechenden Anschluss A9 des Mikrocontrollers MC verbunden. An dem Anschluss A9 wird die 10 Spannung U5 gemessen, die in guter Näherung proportional zu dem Effektivwert des Wechselspannungsanteils der Brennspannung der parallelgeschalteten Leuchtstofflampen FL1, FL2 ist.

Die an den Anschlüssen A5, A6, A7, A8 und A9 anliegenden Spannungen U1 bis U5 werden mittels Analog-Digital-Wandler in digitale Werte umgewandelt und von dem 15 Mikrocontroller MC mit Hilfe eines im Mikrocontroller implementierten Programms ausgewertet, um über die Treiberschaltung TR durch eine entsprechende Steuerung der Halbbrückentransistoren T1, T2 eine Helligkeitsregelung der Leuchtstofflampen FL1, FL2 und eine Erkennung des Lebensdauerendes der Lampen FL1, FL2 zu gewährleisten. Das Lebensdauerende der Lampen FL1, FL2 wird durch Überwachen 20 des Auftretens des Gleichrichtereffekts in den Leuchtstofflampen FL1 FL2 festgestellt. Zu diesem Zweck werden mittels des Mikrocontrollers MC die in den Halbbrückenwechselrichter eingespeiste elektrische Leistung P, der Gleichspannungsabfall U<sub>dc1</sub> bzw. U<sub>dc2</sub> über den elektrischen Anschlüssen der Leuchtstofflampen FL1, FL2 und der Effektivwert U<sub>ac</sub> des Wechselspannungsanteils der Brennspannung der 25 parallel geschalteten Leuchtstofflampen FL1, FL2 ausgewertet. Die in den Halbbrückenwechselrichter eingespeiste elektrische Leistung P ist proportional zu dem Produkt der an den Anschlüssen A5 und A6 anliegenden Spannungen. Sie berechnet sich aus den Spannungen U1 und U2 zu:

$$P = U1 \cdot U2 \cdot \frac{R6 + R7}{R4 \cdot R7} \quad (1)$$

Der Gleichspannungsabfall  $U_{dc1}$  über den elektrischen Anschlüssen der Leuchtstofflampe FL1 berechnet sich aus der Differenz der halben Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters und dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C2 und kann daher aus den Spannungen U2 und U4 ermittelt werden.

5  $U_{dc1} = \frac{1}{2} \cdot U2 \cdot \frac{R6 + R7}{R7} - U4 \cdot \frac{R10 + R11}{R11}$  (2)

Analog dazu berechnet sich der Gleichspannungsabfall  $U_{dc2}$  über den elektrischen Anschlüssen der Leuchtstofflampe FL2 berechnet sich aus der Differenz der halben Versorgungsspannung des Halbbrückenwechselrichters und dem Spannungsabfall an dem Halbbrückenkondensator C3 und kann daher aus den Spannungen U2 und U3 ermittelt werden.

10  $U_{dc2} = \frac{1}{2} \cdot U2 \cdot \frac{R6 + R7}{R7} - U3 \cdot \frac{R8 + R9}{R9}$  (3)

Der Effektivwert  $U_{ac}$  des Wechselspannungsanteils der Brennspannung der parallel geschalteten Leuchtstofflampen FL1, FL2 berechnet sich aus der am Anschluss A9 gemessenen Spannung U5 mit hinreichender Genauigkeit zu:

15  $U_{ac} = 2 \cdot k \cdot U5 \cdot \frac{R12 + R13}{R13}$  (4)

Die Konstante k ist der Formfaktor der Spannung U5. Für eine rechteckförmige Spannung besitzt sie den Wert 1 und für eine sinusförmige Spannung den Wert 1,11. Aus den vorstehenden Größen P,  $U_{ac}$ , und  $U_{dc1}$ , bzw.  $U_{dc2}$  kann für beide Leuchtstofflampen FL1 bzw. FL2 die Leistung P1 bzw. P2 mittels der Formel

20  $P1 = P \cdot \frac{|U_{dc1}|}{U_{ac}}$  bzw.  $P2 = P \cdot \frac{|U_{dc2}|}{U_{ac}}$  (5a), (5b)

berechnet werden. Die Werte der Leistungen P1 bzw. P2 können unmittelbar mit dem in dem „Test 2: Asymmetric Power Dissipation“ der Ergänzung zu der Norm IEC 61347-2-3 aufgeführten maximal zulässigen Grenzwert  $P_{max}$  von 7,5 Watt für

die Lampenleistung bei T5-Lampen verglichen werden, um das Ende der Lebensdauer der beiden Leuchtstofflampen FL1, FL2 zu überwachen.

Damit im Mikrocontroller MC keine Division ausgeführt werden muss, wird zur Überwachung des Lebensdauerendes der Leuchtstofflampen FL1, FL2 während des

5 Lampenbetriebs zyklisch geprüft, ob die Bedingung

$$P \cdot |U_{dc1}| < P_{max} \cdot U_{ac} \quad \text{bzw.} \quad P \cdot |U_{dc2}| < P_{max} \cdot U_{ac} \quad (6a), (6b)$$

erfüllt ist.

Nachstehend wird das Verfahren zur Überwachung des Lebensdauerendes der beiden T5-Leuchtstofflampen FL1, FL2 anhand des in der Figur 2 abgebildeten Flussdiagramms näher erläutert.

Zu Beginn des zyklisch durchgeführten Verfahrens wird mittels des im Mikrocontroller MC implementierten Programms aus den während jedes Zyklus des Verfahrens aktualisierten Messwerten U1 und U2 gemäß der Formel (1) die elektrische Leistungsaufnahme P des Halbbrückenwechselrichters ermittelt. Anschließend wird aus dem ebenfalls während jedes Zyklus des Verfahrens aktualisierten Messwert U5 gemäß der Formel (4) das Produkt  $P_{max} \cdot U_{ac}$  berechnet. Danach wird der Zustand des Statusbits S0 geprüft, das angibt, ob die Lampe FL1 während der zuletzt durchgeführten Zyklus geprüft wurde, um in diesem Fall dann mit der Prüfung der Lampe FL2 fortzufahren. Falls das Statusbit S0 nicht gesetzt ist, das heißt, dass die Lampe FL1 während der zuletzt durchgeführten Zyklus nicht geprüft wurde, wird das Statusbit S0 gesetzt und anschließend gemäß der Formel (2) aus den ebenfalls während jedes Zyklus des Verfahrens aktualisierten Messwerten der Spannungen U2 und U4 der Gleichspannungsanteil über den Anschlüssen der Lampe FL1 ermittelt und gemäß der Formel (6a) das Produkt aus dem Betrag dieses Gleichspannungsanteils  $U_{dc1}$  und der Leistungsaufnahme P des Halbbrückenwechselrichters gebildet. Danach wird geprüft, ob die Bedingung (6a) erfüllt ist, das heißt, ob der Wert des Produktes  $P \cdot |U_{dc1}|$  kleiner ist als der Wert des Produktes  $P_{max} \cdot U_{ac}$ .

Falls diese Bedingung (6a) nicht erfüllt ist, wird der Zählerstand Z1 eines ersten Zählers um den Wert 1 erhöht. Danach wird geprüft, ob der Zählerstand Z1 des ersten Zählers den Wert Null besitzt und somit ein Zählerüberlauf, der bei dem Wert 256 auftritt, stattgefunden hat. Falls ja wird das Statusbit S1 gesetzt, welches das Ende 5 der Lebensdauer der Lampe FL1 anzeigt, und der aktuelle Zyklus des Verfahrens beendet. Ist der Zählerstand Z1 des ersten Zählers größer als Null, wird der aktuelle Zählerstand Z1 gespeichert und der aktuelle Zyklus verlassen.

Falls die Bedingung (6a) erfüllt ist, wird geprüft, ob der Zählerstand Z1 Null ist und in diesem Fall der aktuelle Zyklus verlassen. War der Zählerstand Z1 größer als Null, 10 so wird der Zählerstand Z1 um eins erniedrigt und anschließend nochmals geprüft, ob er immer noch größer als Null ist. Ist der Zählerstand nun gleich Null, so wird das Statusbit S1, welches das Auftreten des Lebensdauerendes der Lampe FL1 anzeigt, gelöscht oder zurückgesetzt und der Zählerstand Z1 gespeichert. Andernfalls wird nur der Zählerstand Z1 gespeichert. Anschließend wird in beiden Fällen der aktuelle 15 Zyklus verlassen. Anhand des Zählerstands Z1 kann ermittelt werden, wie oft bzw. für welche Zeitdauer die Bedingung (6a) nicht erfüllt war, das heißt, für welchen Zeitraum die maximal zulässige Leistung  $P_{max}$  beim Betrieb der Lampe FL1 überschritten wurde, sofern zwischenzeitlich das Statusbit S1 nicht wieder gelöscht wurde, weil der Grenzwert  $P_{max}$  für die maximale zulässige Leistung bei der Lampe FL1 20 mittlerweile wieder unterschritten wurde.

Völlig analog dazu verläuft die Überwachung der anderen Leuchtstofflampe FL2. Wurde während des letzten Zyklus des Überwachungsverfahrens die Leuchtstofflampe FL1 geprüft, ist das Statusbit S0 gesetzt und das Programm bzw. der Algorithmus verzweigt in den Zweig zur Überwachung der Lampe FL2, wie in dem 25 Flussdiagramm der Figur 2 dargestellt ist.

Falls das Statusbit S0 gesetzt ist, das heißt, dass die Lampe FL1 während des zuletzt durchgeführten Zyklus geprüft wurde, wird das Statusbit S0 zurückgesetzt und anschließend gemäß der Formel (2) aus den ebenfalls während jedes Zyklus des Verfahrens aktualisierten Messwerten der Spannungen U2 und U3 der Gleichspannungsanteil über den Anschlüssen der Lampe FL2 ermittelt und gemäß der Formel (6b) das 30

Produkt aus dem Betrag dieses Gleichspannungsanteils  $U_{dc2}$  und der Leistungsaufnahme  $P$  des Halbbrückenwechselrichters gebildet. Danach wird geprüft, ob die Bedingung (6b) erfüllt ist, das heißt, ob der Wert des Produktes  $P \cdot |U_{dc2}|$  kleiner ist als der Wert des Produktes  $P_{max} \cdot U_{ac}$ .

- 5 Falls diese Bedingung (6b) nicht erfüllt ist, wird der Zählerstand Z2 eines zweiten Zählers um den Wert 1 erhöht. Danach wird geprüft, ob der Zählerstand Z2 des zweiten Zählers den Wert Null besitzt und somit ein Zählerüberlauf, der bei dem Wert 256 auftritt, stattgefunden hat. Falls ja wird das Statusbit S2 gesetzt, welches das Ende der Lebensdauer der Lampe FL2 anzeigt, und der aktuelle Zyklus des Verfahrens beendet. Ist der Zählerstand Z2 des zweiten Zählers größer als Null, wird der aktuelle Zählerstand Z2 gespeichert und der aktuelle Zyklus verlassen.

- 10 Falls die Bedingung (6b) erfüllt ist, wird geprüft, ob der Zählerstand Z2 Null ist und in diesem Fall der aktuelle Zyklus verlassen. War der Zählerstand Z2 größer als Null, so wird der Zählerstand Z2 um eins erniedrigt und anschließend nochmals geprüft, ob er immer noch größer als Null ist. Ist der Zählerstand nun gleich Null, so wird das Statusbit S2, welches das Auftreten des Lebensdauerendes der Lampe FL2 anzeigt, gelöscht bzw. zurückgesetzt und der Zählerstand Z2 gespeichert. Andernfalls wird nur der Zählerstand Z2 gespeichert. Anschließend wird in beiden Fällen der aktuelle Zyklus verlassen. Anhand des Zählerstands Z2 kann ermittelt werden, wie oft bzw. für welche Zeitdauer die Bedingung (6b) nicht erfüllt war, das heißt, für welchen Zeitraum die maximal zulässige Leistung  $P_{max}$  beim Betrieb der Lampe FL2 überschritten wurde, sofern zwischenzeitlich das Statusbit S2 nicht wieder gelöscht wurde, weil der Grenzwert  $P_{max}$  für die maximale zulässige Leistung bei der Lampe FL2 mittlerweile wieder unterschritten wurde.
- 15 20 25 Für den Fall, dass das Statusbit S1 oder das Statusbit S2 länger als eine vorgegebene Zeitdauer, das heißt beispielsweise für eine vorgegebene Anzahl von aufeinanderfolgenden Überwachungszyklen, in dem gesetzten Zustand verweilt, wird das Betriebsgerät abgeschaltet.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das oben näher erläuterte Ausführungsbeispiel. Beispielsweise können die Lampen FL1, FL2 anstatt alternierend auch in demselben Zyklus abgefragt werden. Ferner können die Zählerstände Z1, Z2 bei einer hohen Über- bzw. Unterschreitung des zulässigen Grenzwertes um einen größeren

5 Wert als 1 erhöht oder erniedrigt werden. Außerdem können auch andere Auswertungsverfahren verwendet werden. Beispielsweise kann anstelle der Bedingungen (6a, 6b) die Differenz  $P \cdot |U_{dc1}| - P_{max} \cdot U_{ac}$  bzw.  $P \cdot |U_{dc2}| - P_{max} \cdot U_{ac}$  für beide Lampen FL1, FL2 gebildet und ausgewertet werden. Insbesondere können die Werte der vorgenannten Differenz zu unterschiedlichen Zeitpunkten während des Lampenbetriebs

10 mittels Integrationsglieder aufaddiert werden, um die Überschreitung bzw. Unterschreitung vorgegebener oberer oder unterer Grenzwerte zu überwachen. Statt einer Abschaltung des Betriebsgerätes bzw. der Lampen FL1, FL2 beim Überschreiten des zulässigen maximalen Grenzwertes ist auch ein Betrieb der Lampen FL1, FL2 mit erheblich reduzierter Leistung möglich, bis der zulässige Grenzwert wieder dauerhaft

15 unterschritten wird.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe an einem Wechselrichter (T1, T2), wobei während des Betriebs der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) das Auftreten eines Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) überwacht wird, um ihr Lebensdauerende zu ermitteln,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass  
zur Überwachung des Gleichrichtereffekts der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) der Gleichspannungsabfall ( $U_{dc1}$ ,  $U_{dc2}$ ) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2), die in den Wechselrichter (T1, T2) eingespeiste elektrische Leistung (P) oder eine dazu proportionale erste Größe und eine mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) korrelierte zweite Größe ( $U_{ac}$ ) ausgewertet werden.  
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) korrelierte zweite Größe ( $U_{ac}$ ) der Effektivwert des Wechselspannungsanteils der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) ist.  
15
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) korrelierte zweite Größe ( $U_{ac}$ ) ein Konstantwert ist, der dem für den Lampentyp der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) charakteristischen Mittelwert der Brennspannung entspricht.  
20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt aus der in den Wechselrichter (T1, T2) eingespeisten elektrischen Leistung (P) und dem Quotienten des Gleichspannungsabfalls ( $U_{dc1}$ ,  $U_{dc2}$ ) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und der mit der Brennspannung der mindestens  
25

einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) korrelierten zweiten Größe ( $U_{ac}$ ) mit einem vorgegebenen Leistungswert ( $P_{max}$ ) verglichen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt aus einem vorgegebenen Leistungswert ( $P_{max}$ ) und der mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) korrelierten zweiten Größe ( $U_{ac}$ ) mit dem Produkt aus der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung (P) und dem Gleichspannungsabfall ( $U_{dc1}$ ,  $U_{dc2}$ ) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) verglichen wird.
- 10 6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Wechselrichter (T1, T2) eingespeiste elektrische Leistung (P), der Gleichspannungsabfall ( $U_{dc1}$ ,  $U_{dc2}$ ) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und der Effektivwert ( $U_{ac}$ ) des Wechselspannungsanteils der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) aus Messwerten, die einem Mikrocontroller (MC) zugeführt werden, ermittelt werden und mittels des Mikrocontrollers (MC) programmgesteuert eine Auswertung durchgeführt wird.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich während des Lampenbetriebs zyklisch wiederholt wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs ein Zählvorgang (Z1, Z2) ausgeführt wird und im Falle eines Zählerüberlaufs ein Statusbit (S1, S2) gesetzt bzw. zurückgesetzt wird.
- 25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Lampenbetriebs ermittelten Werte für die Differenz des Produktes aus der in den Wechselrichter eingespeisten elektrischen Leistung (P) und aus dem Gleichspannungsabfall ( $U_{dc1}$ ,  $U_{dc2}$ ) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentla-

dungslampe (FL1, FL2) und des Produktes aus einem vorgegebenen Leistungswert ( $P_{max}$ ) und der mit der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) korrelierten zweiten Größe ( $U_{ac}$ ) aufaddiert und ausgewertet werden.

5        10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Wechselrichter (T1, T2) eingespeiste elektrische Leistung (P) aus dem Spannungsabfall (U2) über einen Spannungsteiler (R6, R7), der parallel zu dem Eingang des Wechselrichters (T1, T2) angeordnet ist, und aus dem Spannungsabfall (U1) über einen Widerstand (R4), der während einer Schaltphase des Wechselrichters (T1, T2) in Serie zu einem Wechselrichtertransistor (T2) geschaltet ist und währenddessen von dem gesamten Strom des Wechselrichters (T1, T2) durchflossen wird, ermittelt wird.

10        11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechselrichter (T1, T2) mit einer näherungsweise konstanten Gleichspannung (U2) versorgt wird und die erste Größe der Spannungsabfall (U1) über einen Widerstand (R4) ist, der während einer Schaltphase des Wechselrichters (T1, T2) von dem gesamten Strom des Wechselrichters (T1, T2) durchflossen wird.

15        12. Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) mit

20        - einem Halbbrückenwechselrichter (T1, T2), an den ein Lastkreis (L1, C1) angeschlossen ist, in dem elektrische Anschlüsse für mindestens eine Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und mindestens ein Halbbrückenkondensator (C2, C3) angeordnet sind,

25        - einer ersten Messvorrichtung (R4, R5, C4) zur Messung einer ersten Spannung (U1), die proportional zur in den Halbbrückenwechselrichter (T1, T2) eingekoppelten elektrischen Leistung (P) ist,

      - einer zweiten Messvorrichtung (R8, R9, C6; R10, R11, C7) zur Messung einer zweiten Spannung (U3, U4), die proportional zu dem Spannungsabfall an dem mindesten einen Halbbrückenkondensator (C3, C2) ist,

- einer dritten Messvorrichtung (R12, R13, C8, C9, D1, D2) zur Messung einer dritten Spannung (U5), die proportional zu dem Effektivwert ( $U_{ac}$ ) der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) ist,
- einer Auswertungseinheit (MC, TR), die mit den Ausgängen der Messvorrichtungen verbunden ist und einen programmgesteuert arbeitenden Mikrocontroller (MC) umfasst, und die zur Auswertung der ersten bis dritten Spannung (U1, U2, U3, U4, U5) sowie zur Steuerung des Halbbrückenwechselrichters (T1, T2) in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Auswertung dient.

5

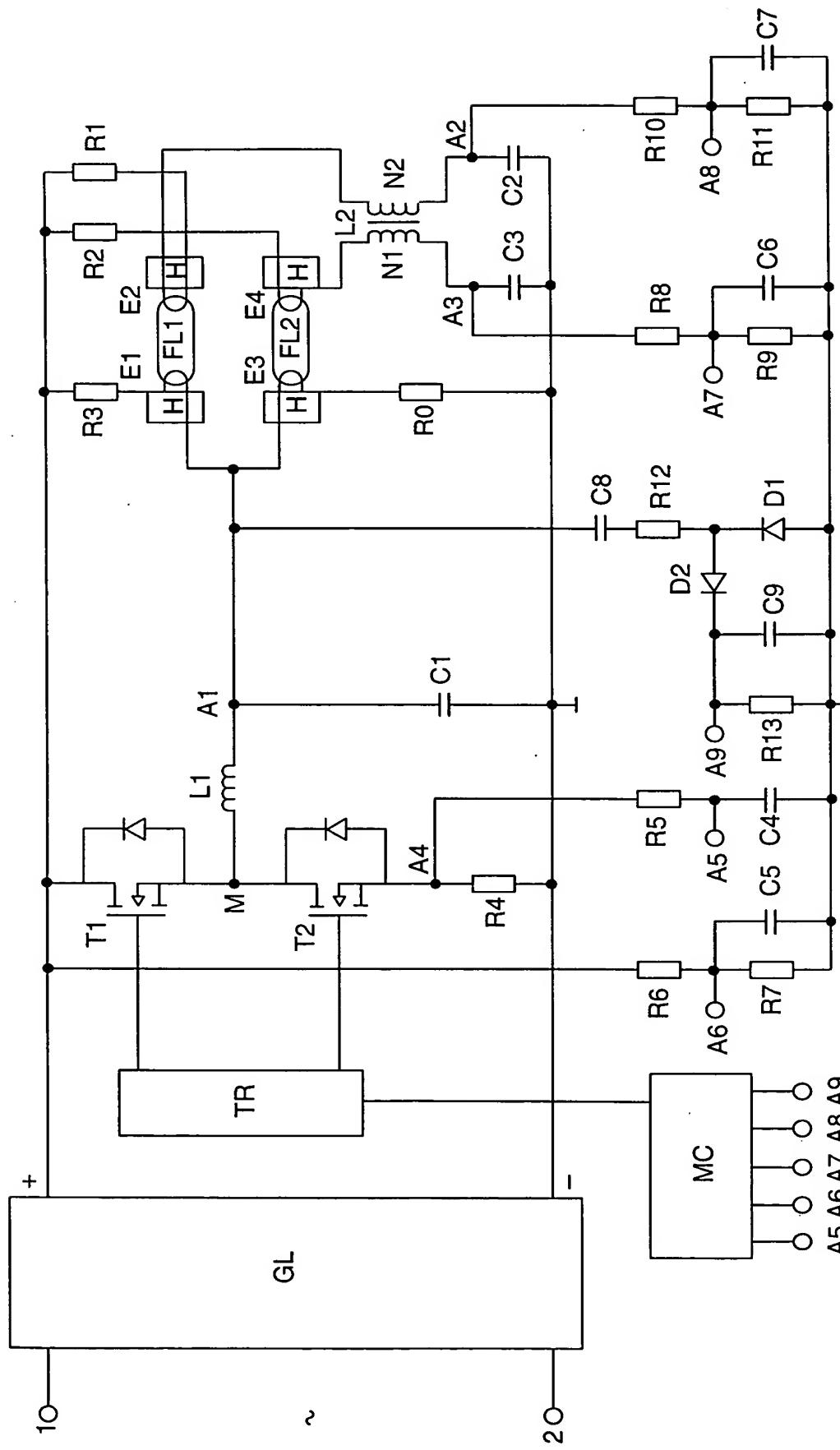
10

## Zusammenfassung

### **Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe und Betriebsgerät für mindestens eine Niederdruckentladungslampe**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb mindestens einer Niederdruckentladungslampe an einem Wechselrichter (T1, T2), wobei während des Betriebs der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) das Auftreten eines Gleichrichtereffektes in der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) überwacht wird, um ihr Lebensdauerende zu ermitteln. Zur Überwachung des Gleichrichtereffekts der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) werden die in den Wechselrichter (T1, T2) eingespeiste elektrische Leistung (P), der Gleichspannungsabfall ( $U_{dc1}$ ,  $U_{dc2}$ ) über den elektrischen Anschlüssen der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) und der Effektivwert ( $U_{ac}$ ) des Wechselspannungsanteils der Brennspannung der mindestens einen Niederdruckentladungslampe (FL1, FL2) ausgewertet.

Figur 1



**FIG. 1**

FIG. 2

